

ANALISIS GEOSPASIAL MENGGUNAKAN METODE *CELLULAR AUTOMATA* UNTUK PREDIKSI PERUBAHAN GARIS PANTAI

Baharuddin, Samsu Arif, Sakka*)

*) Program Studi Geofisika FMIPA Unhas

Email: baharuddin_buhari@yahoo.com, samsuarif@gmail.com, sakka.fisika@yahoo.com.

SARI BACAAN

Wilayah pesisir adalah suatu wilayah dengan fenomena geofisik yang sangat kompleks. Analisis perubahan garis pantai suatu daerah sangat diperlukan khususnya bagi daerah yang wilayahnya termasuk dalam wilayah pesisir serta merupakan daerah yang masih dalam tahap perkembangan. Hal ini dikarenakan data hasil analisis dapat membantu dalam hal perencanaan tata ruang wilayah pesisir untuk daerah tersebut. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk melakukan analisis perubahan garis pantai adalah metode *cellular automata*. Model Cellular Automata mensimulasikan pola perubahan garis pantai yang terjadi secara time-series. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya perubahan garis pantai pada tahun 2020 dan 2030. Penelitian ini dilakukan disekitar muara sungai Saddang kabupaten Pinrang . Pada penelitian ini digunakan data citra landsat tahun 1990, 2010 dan 2015 serta data pendukung simulasi lainnya. Citra Landsat kemudian diolah sehingga diperoleh data garis pantai tahun 1990, 2010, dan 2015. Data garis pantai tahun 1990 dan 2010 kemudian diproses dengan analisis probabilitas transisi Markov Chain. Model yang diperoleh divalidasi dengan Kappa Accuracy menggunakan garis pantai tahun 2015. Model yang telah tervalidasi diberikan faktor pendorong dan faktor pembatas yang digunakan dalam melakukan simulasi model Cellular Automata-Markov untuk 10 dan 20 tahun kedepan. Hasil simulasi menghasilkan estimasi garis pantai untuk tahun 2020 dan 2030 di daerah penelitian. Model simulasi menunjukkan Perubahan garis pantai tahun 2010 -2020 sebesar 181,4836 Ha. Sedangkan perubahan garis pantai tahun 2010-2030 sebesar 172,6659 Ha.

Kata Kunci : Cellular Automata, Perubahan garis pantai

ABSTRACT

The coastal area is an area with very complex geophysical phenomena. The analysis of coastline shift of an area is very necessary; especially for the territory area which is included in the coastal area as well as an area which is still in the development stage. This is because of the result of data analysis that can be helpful in the terms of spatial planning of coastal areas for the area. One of the methods that can be used to analyze shoreline changes is the cellular automata method. The Cellular Automata model simulates a time-series shoreline pattern change. The aim of this study was to determine the magnitude of shoreline changes in the year 2020 and 2030. This research was conducted around the Saddang river; Pinrang regency. This study used the landsat image data 1990, 2010 and 2015 and other simulation support data. Landsat image was processed to obtain coastline data in 1990, 2010 and 2015. The shoreline data of 1990 and 2010 was processed with Markov Chain's transition probability analysis. The model obtained is validated by Kappa Accuracy using coastline 2015. The validated models were given the driving factors and limited factors used in simulating the Cellular Automata-Markov model for the next 10 and 20 years. The results of the simulation result in coastline to estimates for 2020 and 2030 in the study area. The simulation model shows the shoreline changes in 2010 - 2020 of 181, 4836 Ha. Moreover, the shoreline changes in 2010 - 2030 amounted to 172.6659 Ha.

Keywords: *Cellular Automata, Shoreline change*

PENDAHULUAN

Negara Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar. Sebagian besar daerah di Indonesia dikelilingi lautan termasuk daerah Sulawesi Selatan khususnya Kabupaten Pinrang. Daerah ini merupakan daerah berkembang yang masih dalam tahap pembangunan sarana dan prasarana penunjang. Sebagian besar wilayah yang ada di kabupaten Pinrang termasuk dalam wilayah pesisir.

Wilayah pesisir adalah suatu wilayah dengan fenomena geofisik yang sangat kompleks. Wilayah pesisir (*coastal area*) merupakan bentang lahan yang dimulai dari garis batas wilayah laut yang ditandai dengan terbentuknya zona pecah gelombang ke arah darat hingga pada daerah yang proses pembentukannya masih dipengaruhi oleh aktifitas marine, seperti dataran alluvial kepepesisiran (CERC, 1984). Pesisir merupakan wilayah yang sangat dinamis dengan berbagai aspek fisik sebagai pendorongnya. Perubahan yang terjadi di wilayah pesisir dipengaruhi oleh energi gelombang, angin dan pasang surut (Zevenbergen, 2004). Indikasi paling mudah yang dapat kita amati dari perubahan yang terjadi di pesisir adalah fenomena perubahan garis pantai.

LANDASAN TEORI

Pantai

Menurut Jhonson (1919) pantai merupakan suatu areal pengendapan reruntuhan berupa kerikil atau pasir dalam zona tepian. Pantai dapat pula disebut sebagai daerah batas pertemuan antara lautan dengan daratan, dimana daerah tersebut merupakan daerah yang terbentuk dari hasil dinamika pantai (abrasi ataupun akresi). Daerah pantai sangat dipengaruhi oleh dinamika pasang surut air laut dan ombak.

Wilayah pantai terbentuk oleh berbagai proses geologi yaitu proses endogen dan eksogen. Pantai selalu menyelesaikan bentuk profilnya sedemikian rupa sehingga

mampu menahan gelombang yang datang. Kondisi gelombang normal terjadi dalam waktu yang lebih lama dan energi gelombang dapat dengan mudah dihancurkan oleh mekanisme pertahanan pantai. Pada saat terjadi badai gelombang yang mempunyai energi besar, sering kali pertahanan alami pantai tidak mampu menahan serangan gelombang, sehingga pantai dapat tererosi. Setelah gelombang besar reda, pantai akan kembali ke bentuk semula oleh pengaruh gelombang normal. Tetapi ada kalanya pantai yang tererosi tersebut tidak kembali ke bentuk semula karena material pembentuk pantai terbawa arus ketempat lain dan tidak kembali kelokasi semula (Triatmodjo, 1999).

Perubahan Garis Pantai

Garis pantai terbentuk karena adanya masukan energi dan material kelingkungan wilayah pesisir secara terus menerus. Posisi garis pantai bersifat tidak tetap dan dapat berpindah sesuai dengan pasang-surut air laut dan abrasi pantai atau pengendapan lumpur. Garis pantai merupakan suatu komponen yang khas dan sangat dinamik, karena sangat dipengaruhi oleh berbagai fenomena hidro oseanografi, seperti arus, gelombang, dan pasang surut.

Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis

Penginderaan jauh merupakan suatu teknik untuk mengumpulkan informasi mengenai objek dan lingkungannya dari jarak jauh tanpa sentuhan fisik. Biasanya teknik ini menghasilkan beberapa bentuk citra yang selanjutnya diproses dan diinterpretasi guna membuahakan data yang bermanfaat untuk aplikasi dibidang pertanian, kehutanan, geografi, dan lain – lain. Tujuan utama penginderaan jauh ialah mengumpulkan data sumber alam dan lingkungan. Informasi tentang objek disampaikan ke pengamat melalui energi elektromagnetik, yang merupakan pembawa informasi dan sebagai penghubung komunikasi. Oleh karena itu

kita dapat menganggap bahwa data penginderaan jauh pada dasarnya merupakan informasi intensitas panjang gelombang yang perlu diberikan kodenya sebelum informasi tersebut dapat dipahami secara penuh (Bambang, 1995 dalam Suci S., 2012).

Menurut Arronof (1989) dalam Arif (2015) Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan sistem informasi berbasis komputer yang digunakan untuk mengolah dan menyimpan data atau informasi geografis. Sedangkan menurut Baja (2012) SIG merupakan suatu sistem handal yang digunakan secara efektif dalam berbagai keperluan analisis dan pengambilan keputusan spasial. Selain itu SIG dapat pula dikatakan sebagai suatu sistem berbasis komputer yang didesain untuk mengumpulkan, mengelola, memanipulasi, dan menampilkan informasi spasial (keruangan).

Model Cellular Automata

Cellular automata adalah model sederhana dari proses terdistribusi spasial (spatial distributed process) dalam GIS. Data terdiri dari susunan sel-sel (grid), dan masing-masing diatur sedemikian rupa sehingga hanya diperbolehkan berada di salah satu dari beberapa keadaan. *Cellular system* dapat didefinisikan sebagai suatu koleksi tersusun dari unsur-unsur serupa yang disebut *cell*. Struktur ini diberikan oleh pilihan dari bentuk *pixel* atau biasa disebut *lattice*. Beberapa *lattice* adalah 1 dimensi, 2 dimensi dan 3 dimensi.

Validasi Model

Validasi model yang sering digunakan untuk menguji kualitas hasil klasifikasi penutupan lahan (*land use*) berbasis data penginderaan jauh adalah *Kappa accuracy* (Jensen, 1996 dalam Peruge, 2013). Perhitungan Kappa menurut Hagen (2002) dalam Peruge (2013), didasarkan pada tabel kontingensi seperti ditunjukkan pada Tabel 2.1. Pembuatan table kontingensi ini menurut Pontius (2000)

dalam Peruge (2013) umumnya adalah sebagai tahap awal dalam membandingkan peta secara obyektif.

Tabel 1. Tabel Kontingensi untuk J Kategori

Simulasi	Realitas				Total
	1	2	...	J	
1	p_{11}	p_{12}		p_{1J}	$S_1 = \sum p_{1j}$
2	p_{21}	p_{22}		p_{2J}	$S_2 = \sum p_{2j}$
...					
J	p_{J1}	p_{J2}		p_{JJ}	$S_J = \sum p_{Jj}$
Total	$R_1 = \sum p_{j1}$	$R_2 = \sum p_{j2}$		$R_J = \sum p_{jJ}$	1

Sumber: Pontius (2000) dalam Peruge (2013).

Tabel 2. Tingkat Kecocokan Nilai Kappa

Nilai Kappa	Tingkat kecocokan
< 0.05	Tidak ada
0.05	Sangat jelek
0.2	Jelek
0.4	Sedang
0.55	Agak baik
0.7	Baik
0.85	Sangat baik
0.99	Sempurna

Sumber: Pontius (2000) dalam Peruge (2013)

DATA dan METODE

Penelitian ini dilakukan di sekitar muara sungai Saddang Kabupaten Pinrang. Data pengukuran yang digunakan merupakan data citra satelit landsat tahun 1990, 2010 dan 2015. Data citrasatelit landsat tahun 1990, 2010, 2015 diolah menggunakan software pengolahan data spasial sehingga diperoleh garis pantaitahun 1990, 2010 dan 2015. Hasil pengolahan citrasatelit landsat tersebut kemudian di bagi kedalam dua kelas yaitu kelas darat dan kelas laut (pertemuan kedua kelas merupakan garis pantai).

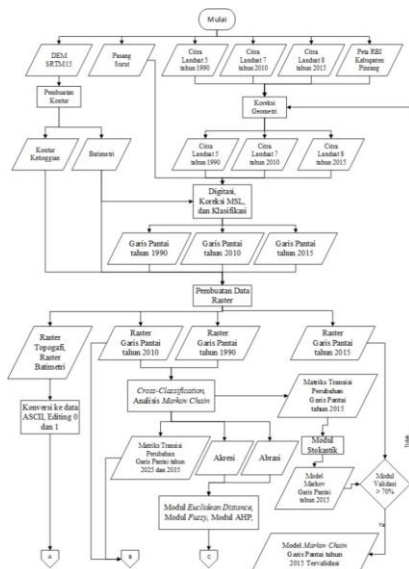
Data tersebut diolah kembali menggunakan metode markov untuk mendapatkan estimasi atau peluang

perubahan garis pantai untuk tahun 2015. Hasil estimasi kemudian divalidasi menggunakan data garis pantai tahun 2015. Jika hasil validasi $>70\%$ maka data estimasi dapat digunakan, jika $<70\%$ maka perlu dilakukan pengecekan data dari awal.

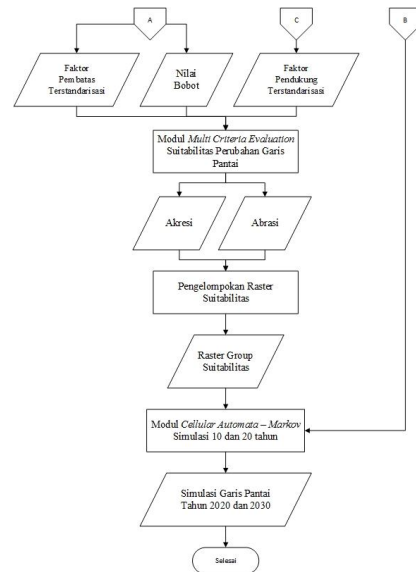
Data yang sudah divalidasi nantinya akan digunakan untuk memprediksi garis pantai tahun 2020 dan 2030. Dalam penelitian ini terdapat faktor pendorong dan faktor penghambat perubahan. Faktor tersebut berupa data abrasi, sedimentasi / akresi, batimetri, topografi.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian



(a)



(b)

Gambar 2. (a) dan (b) Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil



Gambar 3. Perbandingan Garis Pantai Tahun 1990, 2010 dan 2015



Gambar 4. Estimasi stokastik perubahan garis pantai tahun 2015 berbasis Markov Chain. Kode: Class_1=darat; Class_2=laut

```

Number of total runs : 1
Multi-resolution VALIDATE : Categorical image comparison
Comparison image file : 90_10_10
Reference image file : 2015
Strata/Mask image file : N/A
Number of valid strata : 1; Number of valid categories : 3
//Beginning of run: 1
Resolution scale: 1 x 1

Classification agreement/disagreement
According to ability to specify accurately quantity and allocation

```

Information of Allocation	Information of Quantity		
	No[n]	Medium[m]	Perfect[p]
Perfect[P(x)]	P(n) = 0.8385	P(m) = 0.9981	P(p) = 1.0000
PerfectStratum[X(x)]	K(n) = 0.8385	K(m) = 0.9981	K(p) = 1.0000
MediumGrid[M(x)]	H(n) = 0.8151	H(m) = 0.9689	H(p) = 0.9673
MediumStratum[M(x)]	N(n) = 0.3333	N(m) = 0.3737	N(p) = 0.3736
No[N(x)]	N(n) = 0.3333	N(m) = 0.3737	N(p) = 0.3736

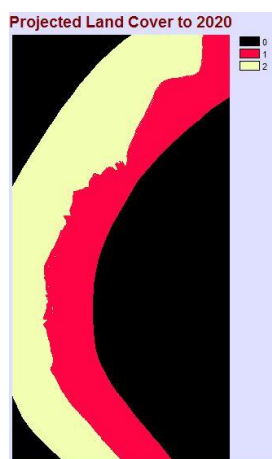
```

Agreementchance = 0.3333
Agreementquantity = 0.0404
Agreementstrata = 0.0000
Agreementgridcell = 0.1952
Disagreementcell = 0.0291
Disagreementstrata = 0.0000
Disagreementquantity = 0.0019

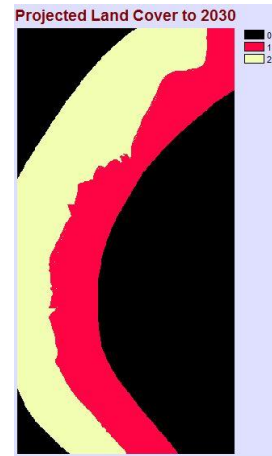
kno = 0.9534
klocation = 0.9533
klocationstrata = 0.9533
kstandard = 0.9504
//ending of run: 1

```

Gambar 5. Nilai hasil analisis Kappa Accuracy.



Gambar 6. Model garis pantai hasil CA-Markov untuk tahun 2020: (1) Darat dan (2) Laut.



Gambar 7. Model garis pantai hasil CA-Markov untuk tahun 2030: (1) Darat dan (2) Laut.

Pembahasan

Pada gambar 3 dapat kita lihat bahwa didaerah penelitian sejak tahun 1990 hingga 2015 telah terjadi perubahan garis pantai yang cukup besar. Besar perubahan garis pantai dari tahun 1990 hingga tahun 2010 adalah 363,458 Ha, Perubahan besar terjadi disekitar muara sungai Saddang (di desa Paria). Dari besar perubahan tersebut nantinya akan diperoleh estimasi atau probabilitas perubahan garis pantai untuk 10 dan 20 tahun yang akan datang (Gambar 4).

Hasil estimasi kemudian divalidasi menggunakan garis pantai tahun 2015. Hasil validasi menunjukkan nilai kappa rata-rata sebesar 0,9526 (95,26%) yang berarti model stokastik yang digunakan sangat baik.

Data stokastik yang telah tervalidasi kemudian digunakan sebagai data untuk memprediksi perubahan garis pantai untuk 10 dan 20 tahun yang akan datang. Berdasarkan model prediksi garis pantai tahun 2020, perubahan garis pantai yang terjadi antara tahun 2010 hingga tahun 2020 sebesar 181,4836 Ha (gambar 6). Sedangkan berdasarkan model garis pantai tahun 2030, perubahan garis pantai dari tahun 2010 hingga 2030 sebesar 172,6659 Ha (gambar 7).

KESIMPULAN

Berdasarkan model garis pantai tahun 2020, perubahan garis pantai yang terjadi antara tahun 2010 hingga tahun 2020 sebesar 181,4836 Ha. Sedangkan berdasarkan model garis pantai tahun 2030, perubahan garis pantai dari tahun 2010 hingga 2030 sebesar 172,6659 Ha.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif, S. 2016. *Model Geospasial Sistem Pendukung Keputusan (Geospatial Decision Support System) Manajemen Lahan Pangan*. Makassar. Program Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin.
- Baja, S. 2012. *Metode Analitik Evaluasi Sumber Daya Lahan*. Makassar. Identitas Universitas Hasanuddin.
- Dewi, I. P. 2011. *Perubahan Garis Pantai dari Pantai Teritip Balikpapan sampai Pantai Ambarawang Kutai Kertanegara Kalimantan Timur*. Bogor. Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Jhonson, D. W. 1919. *Shore Processes and Shorline*. New York. John Wiley & Sons.
- Paharuddin. 2012. *Simulasi Geospasial Berbasis Cellular Automata Perubahan Penggunaan Lahan Untuk Prediksi Sedimentasi*. Makassar. Program Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin.
- Peruge, T. V. 2013. *Model Perubahan Penggunaan Lahan menggunakan Cellular Automata Markov Chain di Kawasan Mamminasata*. Makassar. Program Studi Geofisika Jurusan Fisika Fakultas
- Suci, S. R. 2012. *Perubahan Wilayah Pantai dan Penutupan Lahan Pada Muara Sungai Pappa di Kabupaten Takalar*. Makassar. Program Studi Keteknikan Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin.
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Wolfram, S. 1983. *Statistical Mechanics of Cellular Automata*. Reviews of Modern Physics 55. pp.601–644.
- Zevenbergen, J. 2004. *A System Approach to Land Registration and Cadastre*. Nordic Journal of Surveying and Real Estate Research.